Aus der Unterrichtsanstalt für Staatsarzneikunde.
(Direktor: Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Straßmann.)

Versuche über die Wirksamkeit der Esmarch'schen Binde als prophylaktisches Mittel gegen die Fettembolie

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER

MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE

AN DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

ZU BERLIN.

VON

ACAD.
LUGD. BAT.
BIBL.

Walter Steffens
Assistenzarzt, aus Magdeburg.

Tag der Promotion: 15. Februar 1916

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Heffter.

Referenten: Prof. Dr. Straßmann.

Prof Dr. Heffter.

Meinen lieben Eltern

Unter Fettembolie — von manchen Autoren fälschlicher Weise traumatische Lipaemie genannt — versteht man bekanntlich das Uebertreten freien, körperlichen Fettes in die Blutbahn und das darauf erfolgte Steckenbleiben desselben an irgend einer Stelle des Gefäßsystems. Unter den Entstehungsursachen der Fettembolie nehmen Traumen und unter diesen wiederum die mit Knochenbrüchen einhergehenden den ersten Platz ein.

Ribbert hält die Fraktur an sich für nebensächlich und gibt als ursächliches Moment der Fettembolie die allgemeine Erschütterung des ganzen Knochensystems an, gestützt auf einen Fall hochgradiger Fettembolie bei einem krank auf der Straße aufgefundenen alten Manne ohne irgendwelche Knochenverletzung; allein eine Weichteilquetschung wies auf ein erlittenes Trauma hin. Ribbert bekräftigt seine Ansicht durch Versuche an Kaninchen, die nach überstandenen Erschütterungen infolge Herabfallenlassens vom Tisch oder Anprallens an die Wand oder auch nur nach Beklopfen der Tibiae mit einem hölzernen Instrument zwar nicht — wie Berg berichtet — an Fettembolie starben, aber regelmäßig bei der Sektion Fettembolie aufwiesen, während diese nach vorsichtiger Frakturierung des Knochens im Schraubstock unter Vermeidung einer Erschütterung fehlte.

Frischmuth stellte gleiche Versuche an und kam anfangs zu demselben Resultat, stellte dann aber fest, daß auch die vorsichtige Frakturierung der fettreicheren Spongiosa ebenfalls Fettembolie hervorriefe.

Nach ihm setzte Bergemann diese Versuche fort und kam zu der gegenteiligen Ansicht wie Ribbert, nämlich, daß

die mit Fraktur einhergehende Zerquetschung eines Knochens für die Entstehung der Fettembolie von größerer Bedeutung sei wie die Erschütterung. Aehnlicher Ansicht ist Groendahl.

Die sinngemäße Kombination beider Ansichten dürfte das Richtige treffen. Man muß bei jeder Knochenfraktur mit der Entstehung einer Fettembolie rechnen, aber verbunden mit der Fraktur ist praktisch immer eine starke, allgemeine Erschütterung infolge Sturzes, Schlages oder anderer Gewalteinwirkung, die den Knochenbruch veranlaßte.

Das embolische Fett stammt nach Ansicht der meisten Autoren aus dem Knochenmark; nach anderen zum größten Teil aus den Weichteilen, um der Forderung Scribas gerecht zu werden, daß zur Entstehung einer tödlichen Fettembolie das dreifache der in dem Oberschenkel des betreffenden Individuums vorhandenen Fettmenge nötig sei.

Scriba kam zu diesem Satz durch seine Tierversuche mit Injektionen von Olivenöl. Bürger hat darauf hingewiesen, daß solche Oelinjektionen zum Vergleich mit der natürlichen Fettembolie nicht verwertbar sind, da sich das menschliche Fett weit anders verhielte und vor allem die Kapillaren viel schwerer passierte als Olivenöl. Da eine so ungeheure Menge Fett, wie sie Scriba verlangt, wohl überhaupt nie in den Kreislauf gelangt, da andererseits schon nach geringen Verletzungen — z. B. Bruch des Fibulaköpfchens — Tod an Fettembolie beobachtet ist, genügt unter Umständen schon eine ganz geringe Menge Fett dazu, das Leben zu gefährden.

Ob sich zu der erlittenen Fraktur diese Komplikation hinzugesellt, hängt außer von der Schwere der Verletzung (in dem Sinne, daß ausgedehnte Knochenzertrümmerung die Gefahr der Fettembolie vergrößert) im wesentlichen von dem vom Unfall betroffenen Individuum selbst ab. Da das embolische Fett zum größten Teil aus dem Knochenmark stammt, sind naturgemäß die am meisten gefährdet, deren Mark reich an Fett ist, d. h. alte Leute, solche, die durch

langes Siechtum geschwächt sind, Alkoholiker, Menschen, die infolge von Kontrakturen usw. degenerative Veränderungen der Knochen aufweisen.

Wilms konstatiert, daß kleine Kinder nach Sturz selbst aus beträchtlicher Höhe sozusagen nie Symptome einer Fettembolie zeigen, sei es wegen der relativ geringen Fettmenge ihrer Knochen, sei es wegen der größeren Festigkeit der Fettzellen. Andererseits ist die gefürchtetste Komplikation des Redressement forcé versteifter Gelenke bei Kindern die Fettembolie, zweifellos, weil das Mark der kranken Knochen stets reich an Fett ist.

Ein für Tod durch Fettembolie disponierendes Moment sieht Payr in dem Status lymphaticus s. thymicus, den er bei 4 von ihm berichteten Todesfällen konstatieren konnte. Allerdings ist nach Payrs Angaben selbst in Steiermark Thymus persistens nicht selten, so daß an ein zufälliges Zusammentreffen von Status thymicus mit Fettembolie zu denken ist.

Das am häufigsten von Fettembolie betroffene Menschenalter ist das 3. Jahrzehnt, entsprechend der Häufigkeit der Frakturen, wie Mech festgestellt hat. In den von Mech untersuchten Fällen trat der Tod frühestens 3 Stunden und spätestens 11 Tage nach dem Unfall ein; jedoch sind von anderen Autoren Fälle berichtet, in denen die Verletzten schon nach wenigen Minuten — wie die Sektion ergab — an Fettembolie starben.

Wichtiger als die Frage nach dem Zeitpunkte des Todes ist eine andere: Wann kommt das Fett in den Kreislauf? Hierüber gibt Busch in seiner großen Arbeit über die Fettembolie Auskunft. Er fand in Versuch 6 seiner Versuchsreihe (Anbohren und Zerstören des Knochenmarks bei Kaninchen) 6 Stunden nach der Operation die Fettembolie anscheinend in derselben Ausbreitung wie in den vorhergehenden Versuchen, bei denen das Tier erst einige Tage nach der Operation getötet wurde, und in Versuch 7 hatte

sie bereits in 3 Stunden eine recht beträchtliche Bedeutung erlangt. In anderen Versuchen fand er bereits wenige Minuten nach der Operation die ersten Spuren von Fett in den Lungen. Es schien ihm die Menge desselben bis etwa zur dritten Stunde ziemlich im Verhältnis der Zeit zuzunehmen und dann nur noch wenig zu wachsen. Daß beim Menschen die Verhältnisse ebenso liegen, beweist Busch mit einem Falle, wo sich in der Lunge eines Mannes reichliche Fettembolie fand, obgleich derselbe die Verletzung, einen Beckenbruch, nur vier Stunden überlebt hatte. In der Literatur ist ferner von einem Manne berichtet, der einen schweren Unfall nur wenige Sekunden überlebt hatte, und bei der Sektion doch schon Fett in den Lungen zeigte.

Die oben berichteten Feststellungen Buschs erfahren heute insofern eine Beschränkung, als sie nur auf die Entstehung der Fettembolie auf dem Blutwege zu beziehen sind. Nach neueren Forschungen wissen wir, daß auf dem Lymphwege auch noch später eine erhebliche Fettembolie entstehen kann. Ob die Gefahren dieser lymphogenen Embolie geringer zu schätzen sind, darüber gehen die Ansichten sehr auseinander, ebenso über die Frage, ob der Transport des Fettes auf dem Lymphwege überhaupt erfolge.

Riedel ist der Ansicht, daß die Lymphgefäße überhaupt niemals eine erhebliche Fettembolie vermitteln könnten, da die zwischengeschalteten Lymphdrüsen alles Fett zurückhalten oder emulsionieren. Nur nach intraperitonealen Oelinjektionen sah er starke Fettembolie der Lungen entstehen. Da aber nach den anatomischen Forschungen Bartels auch sämtliche Zwerchfelllymphgefäße Drüsenstationen passieren, beweist der Versuch gerade, daß die Lymphdrüsen dem Fetttransport nicht Halt gebieten. Busch konnte bei seinen Versuchen gefärbte Fetttröpfchen in den Drüsen nachweisen. v. Aberle hält eine Beteiligung der Lymphgefäße an der Fettresorption nur dann für möglich, wenn das Fett aus den Weichteilen herrühre, da das Knochenmark selbst

ja keine Lymphgefäße enthalte, eine Ansicht, die nach den Untersuchungen Köllickers falsch ist. Wilms endlich berichtet von einem eindeutigen Falle lymphogener Fettembolie, der weiter unten noch näher besprochen werden soll. Die jetzt allgemein herrschende Ansicht kann man dahin zusammenfassen, daß der Fetttransport sowohl auf dem Blut- als auch auf dem Lymphwege möglich ist, daß aber meist die Aufnahme des Fettes durch die Venen im Vordergrund steht.

Die Art und Weise, wie diese erfolgt, hat Busch ebenfalls in seiner Arbeit dargelegt. Nach seinen Untersuchungen ist eine physiologische Resorption von Fett und spätere Ablagerung desselben als Embolus und auch die Resorption durch die geschlossene Kapillarwand nach einem Trauma unmöglich; vielmehr kann das Fett nur durch offene Gefäßlumina in den Kreislauf gelangen. Durch die Fraktur oder allgemeiner gesagt durch das Trauma wird gleichzeitig mit der Zerstörung des Knochenmarkes auch die Eröffnung zahlreicher Blut- und Lymphgefäße bewirkt, die alsdann in den starren Knochenmassen klaffend erhalten werden. Durch die Versuche 29, 30 und 31, auf die näher einzugehen zu weit führen würde, beweist Busch, daß die Kraft, die das aus dem zerstörten Knochenmark freigewordene Fett in die offenen Gefäßlumina treibt, dadurch zustande kommt, daß der Druck in der Markhöhle nach der in den Versuchen vorgenommenen Operation steigt, unzweifelhaft infolge des aus den arteriellen Gefäßen austretenden Blutes. Es wird nun der flüssige Inhalt der Markhöhle nach den Stellen des geringsten Widerstandes entweichen, d. h. nach den offenen Venen und Lymphgefäßen. Aehnlich ist es bei Frakturen, auch bei ihnen ergießt sich reichlich Blut, bis es zusammengehalten durch die unnachgiebigen Faszien unter einem Druck steht, der dem in den verletzten arteriellen Gefäßen vorhandenen Druck gleich ist.

Diese mechanische Erklärung des Ueberganges von

Fett in den Kreislauf ist einleuchtend, wenn auch Ribbert Zweifel daran äußert, daß die eröffneten Lumina sich offen hielten. Er meint, entweder bluteten die Venen und könnten dann nicht gleichzeitig Fett aufnehmen oder aber der erhöhte Druck teilte sich auch ihnen mit und schlösse sie wieder, eine Ansicht, die man jedoch nicht gelten lassen kann, wenn man die Beschaffenheit der feinsten Lymphspalten und Kapillaren innerhalb der starren Knochenbalken in Betracht zieht.

Je nachdem nun das Fett sich nur in den Lungen oder auch in den Organen des großen Kreislaufes ablagert, unterscheidet man eine pulmonale oder respiratorische Form der Fettembolie und die Fettembolie des großen Kreislaufes.

Die Symptome der ersten Art bestehen gemäß der Verstopfung einer größeren Anzahl von Lungenkapillaren mit Fett in Beschleunigung der Atmung, Dyspnoe, Cyanose, Hüsteln und eventuell auch Auswerfen von Blut. Bei hochgradiger Embolie treten Lungenemphysem und -oedem hinzu. Der Puls wird klein, frequent und unregelmäßig.

Für gewöhnlich bilden die Lungen für das Fett ein vorzügliches Filter; Bürger fand in 50 von ihm untersuchten Fällen von Fettembolie nur 2 mal, später unter 100 ausgewählten schweren Fällen 10 mal, eine Beteiligung des großen Kreislaufes. Besteht aber eine Veränderung der Lumenweite und Dehnbarkeit der Lungenkapillaren infolge Herzfehlers usw. oder ist das Lungengewebe sonst durch Infiltrate, Emphysem, Stauung verändert (Fromberg, Eberth, Groendahl), so hört die Wirksamkeit des Filters auf und das Fett wird weiter in das linke Herz getrieben, zumal wenn das Fett wie bei alten Leuten abnorm flüssig ist. Endlich kommt die Persistenz des Foramen ovale, die nach Lubarsch in 25 %, nach Kaufmann in $33^1/_3\%$ sich findet, als Grund für das Uebertreten fetthaltigen Blutes direkt vom rechten Herzen in das linke in Betracht, ein Vorgang,

den Fromberg mit dem Namen „paradoxe Fettembolie“ belegt.

Ist eine Ueberschwemmung der Organe des großen Kreislaufes mit Fett erfolgt, so stehen die Erscheinungen von seiten des Gehirns im Vordergrunde des Krankheitsbildes. Klinisch unterscheidet man zuerst ein freies Intervall, das nach manchen Autoren bis zu 6 Stunden währt, nach Bürger jedoch nur ½ Stunde, ja bei offenem Foramen ovale nur wenige Sekunden zu dauern braucht. Daran schließt sich in sehr verschiedener Zeitdauer ein Reizstadium an, das sich in Unruhe, Reflexsteigerung, Spasmen, gelegentlich auch in Brechreiz und epileptoiden Anfällen äußert, und endlich tritt Benommenheit ein mit Teilnahmlosigkeit, Herabsetzung des Denkvermögens, der Schmerzempfindung und der Reflexe. Nicht selten auch folgen Lähmungen, die zur Verwechselung mit einer Apoplexie führen können. In dem Lumbalpunktat, das häufig vermehrt, meist klar ist, konnte Bürger zahlreiche, mit Fettkörnchen vollgepfropfte Zellen vom Typus der Lymphocyten und der Leukocyten nachweisen.

Weitere Symptome der Fettembolie des großen Kreislaufes sind Blutungen in der äußeren Haut und den Bindehäuten, Amblyopie, Herzparalyse, Nierensymptome bis zur Urämie und Fettgehalt des Harnes. Daß Fettnachweis im Urin eindeutig auf Fettembolie hinwiese, wie Scriba sagt, ist hieraus nicht zu folgern, da sich dieses Symptom auch bei anders begründeten lipaemischen Zuständen findet, bei denen das Fett frei mit dem Blute zirkuliert und im Harn ausgeschieden wird.

Die Beziehungen zwischen Fettembolie und Körpertemperatur werden verschieden gedeutet; Scriba betrachtet auf Grund seiner ungeeigneten Tierversuche Temperaturabfall als Symptom der Fettembolie und will in allen Fällen, wo Fieber vorhanden war, die Fettembolie als Todesursache nicht gelten lassen. Czerny erklärt den im Experiment

häufig beobachteten Temperaturabfall damit, daß durch die Verstopfung so vieler Lungenkapillaren eine zu geringe Menge Blut zur Oxydation kommt und demgemäß eine geringere Menge Wärme erzeugt wird, hält aber auch eine Zunahme für möglich. Die in praxi meist beobachtete Steigerung der Körperwärme erklärt Pinner u. a. durch gleichzeitige Aufnahme von Fett und Fibrinferment. Von der Praevalenz des einen oder anderen Stoffes hängt ein Steigen oder Fallen der Temperatur ab. Endlich ist an direkte Beeinflussung des Wärmezentrums zu denken.

Ueber die Gefahren, die die Fettembolie für den von ihr betroffenen Menschen mit sich bringt, waren die Ansichten von jeher verschieden. Nachdem von Zenker 1862 die ersten Hinweise auf diese Krankheit gegeben waren, wurde ihr anfänglich keinerlei Bedeutung zugemessen; dann kamen Zeiten, wo die Fettembolie in allen möglichen Fällen die causa mortis gewesen sein sollte, eine Auffassung, die aber bald wieder fallen gelassen wurde. Nachdem Scriba den irrigen Grundsatz aufgestellt hatte, daß zur Tötung eines Tieres die dreifache Menge des in dem betreffenden Oberschenkel vorhandenen Fettes nötig sei, sah man die Fettembolie wieder meist als eine harmlose Erkrankung an und auch jetzt noch wird sie nicht genügend gewürdigt, wie man schon aus der Tatsache entnehmen kann, daß sich in den meisten chirurgischen Lehrbüchern nur kurze Notizen darüber finden.

Auch über die Häufigkeit der Fettembolie werden die verschiedensten Angaben gemacht. Flournoy untersuchte sämtliche Leichen im pathologischen Institut zu Straßburg und fand unter 250 Sektionen 26 mal flüssiges Fett in den Lungen, d. h. in etwa 10 %. Scriba stellte gleiche Untersuchungen in Freiburg i. Baden an und stellte in 52 % der Lungen — während 3½ Monaten — Fettembolie fest. Der gleiche Autor stellte ferner aus der Literatur 86 Fälle von Tod nach Frakturen zusammen, in denen meist Fettembolie

als Todesursache angenommen wurde. Mech hat diese Fälle nachgeprüft und läßt nur höchstens 13 davon gelten; in den anderen führten Pyaemie, Sepsis, Blutung und andere Krankheiten zu dem letalen Ausgang. Bürger fand bei 100 von ihm untersuchten Leichen bei allen Knochenbrüchen und schweren Erschütterungen Fettembolie der Lungen. Bei 100 von ihm untersuchten meist schwer Verletzten fand er in 10 % der Fälle auch Fettembolie des großen Kreislaufes und unter 50 Fällen von Fettembolie der Lungen beobachtete er zweimal, d. h. in 4 %, auch Fett in Herz, Nieren, Gehirn und Gefäßen.

Diese Zahlen werden durch den jetzigen Krieg sicherlich noch eine erhebliche Steigerung erfahren infolge der ungeheuren Menge blutiger und unblutiger Verletzungen, denen nicht nur junge, kräftige Soldaten, sondern auch bejahrte Leute, Männer in weniger gutem Gesundheitszustand, Alkoholiker, ausgesetzt sind, kurz Individuen, die für die Komplikation einer Fettembolie bei eventueller Verletzung besonders disponiert sind. Es steht ferner zu hoffen, daß die Kenntnis dieser Krankheit aus den Erfahrungen dieses Feldzuges weiter gefördert werden wird, was leider 1870/71 nicht der Fall war.

Eine besondere Bedeutung hat die Fettembolie noch für den Arzt als Gutachter. In den Lungen kann sie zu kleinen infarktähnlichen Herden und Emphysem oder zur Verschlimmerung schon bestehender Lungenerkrankungen führen, falls die Embolie überhaupt überstanden wird. So schreibt Bürger, daß er kein Bedenken trug, bei einem 50 jährigen Manne, dem ein Bein zerschmettert war, eine Verschlimmerung des Emphysems durch den Unfall anzunehmen.

Auch die übrigen Oragne können dauernd geschädigt werden. Am Herzen findet man bei der Sektion fast stets eine Dehnung und pralle Füllung mit flüssigem, fetthaltigem Blute der rechten Herzkammer, während das linke

Herz nur wenig sauerstoffhaltiges Blut enthält. Infolgedessen staut sich das regurgitierende Blut in den Koronargefäßen, was infolge mangelhafter Ernährung der Herzganglien zu Herzparalyse führt. Pinner berichtet im Gegensatz hierzu von einer Sektion, bei der das rechte Herz fast leer gefunden wurde, während der linke Vorhof stark mit locker geronnenem Blute gefüllt war, in dem sich sehr reichlich Fett erkennen ließ. Er faßt dies als Beginn der Verschiebung der Emboli aus dem kleinen in den großen Kreislauf auf.

Scriba bestreitet auf Grund seiner, wie oben schon gesagt, nicht beweisenden Tierversuche einen die Herztätigkeit störenden Einfluß der Fettembolie. Mikroskopisch findet man außer Blutungen im Herzmuskel vor allem fettige Degeneration in der Umgebung der Emboli (Ribbert, Busch).

In den Nieren wird das Fett in den Glomerulis und den Kapillaren abgelagert und kann so durch einfache Zirkulationsstörungen schon degenerative Schädigungen des Nierenparenchyms verursachen, wie schon Ribbert und nach ihm noch andere Autoren feststellten. Diese Schädigungen werden noch vermehrt, wenn sich an die Verstopfung der Gefäße eine Thrombose derselben anschließt.

Bürger weist ferner auf toxische Einflüsse bei der Fettembolie hin auf Grund seiner Versuche, bei denen er infolge künstlicher Fettembolie bei Tieren toxische Veränderungen in den Organen, speziell in den Nebennieren, sah, in denen — ebenso wie im Blut — Schwund resp. Zunahme des Adrenalins eintrat. Ueber diese toxischen Eigenschaften des bei der Fettembolie in den Kreislauf gelangten Gewebes sind die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen.

Die schwersten Veränderungen bewirkt die Fettembolie im Gehirn, das bei der Sektion meist zahllose Ekchymosen und Erweichungsherde aufweist; aber schon kleinere Veränderungen können zu Störungen führen; so findet man in der Gegend der Emboli zahlreiche Körnchenkugeln, wenn

auch Blutungen und Nekrosen fehlen. Bürger fand fettige Degeneration der Wand der kleinen Gefäße und Austritt einzelner roter Blutkörperchen in die Umgebung; ferner Nekrosen und Blutungen in der Wand der größeren Arterien infolge Fettembolie der Vasa vasorum und etwa vorhandener pathologischer Intimagefäße, und hält es für sehr wahrscheinlich, daß eine schwere Fettembolie die Gefäßwände dauernd schädigen und so ein der Arteriosklerose ähnliches Krankheitsbild hervorrufen kann.

Mithin sieht man, daß bei der Begutachtung der Erwerbsfähigkeit eines von einem Unfall Betroffenen, falls man ihn nicht eventuell durch eine zu geringe Rente schädigen will, alle möglichen geäußerten Klagen mit Rücksicht auf die Möglichkeit einer überstandenen Fettembolie zum mindesten eingehend geprüft werden müssen.

Für die ärztliche Betätigung zur Bekämpfung der Fettembolie kommen erstens therapeutische und zweitens prophylaktische Maßnahmen in Betracht.

Eine Therapie der schon vollendeten Fettembolie wird von den meisten Autoren als zwecklos hingestellt. Sie beschränken sich auf symptomatische Behandlung und geben im ganzen den Kranken für verloren. Jedoch ganz so aussichtslos ist die Behandlung doch wohl nicht und man kann in leichteren Fällen wohl dazu beitragen, daß die Embolie überwunden wird.

Es ist empfohlen worden, bei eintretender bedrohlicher Fettembolie einen Aderlaß vorzunehmen. Theoretisch ist dies gerechtfertigt, denn bei rascher Ueberfüllung des Lungenkreislaufes mit Fett wird das rechte Herz — wie schon gesagt — stark gedehnt und bei der Sektion häufig prall gefüllt gefunden; Lungenoedem findet sich nicht selten als Begleiterscheinung. Somit muß man annehmen, daß in solchen Fällen eine Entlastung des rechten Herzens lebensrettend wirken kann. Handelt es sich um eine paradoxe Fettembolie, so wird durch die Spannung des rechten

und eine geringe Erschlaffung des linken Vorhofes der für gewöhnlich vielleicht geschlossene schlitzförmige Spalt im Foramen ovale mechanisch offen gehalten und so der Durchtritt von Fett in den großen Kreislauf begünstigt, wodurch eine neue Indikation für den Aderlaß gegeben wird.

Czerny berichtet hierüber: Bei einem 32 jährigen Manne, der 16—18 Meter heruntergefallen war, einen Querbruch des rechten Oberschenkels erlitten hatte und 36 Stunden nach dem Unfall unter Lungenoedem, Cyanose, Pulsbeschleunigung im Koma starb, wurde ein Aderlaß von 300 ccm gemacht, allerdings ohne Erfolg. Denn trotz des Eingriffes traten bald darauf krampfhafte Zuckungen der oberen Extremitäten, profuser Schweißausbruch, Trachealrasseln und der Tod ein.

Schanz, v. Lesser und andere empfehlen Kochsalzinfusionen, um die gestörten Funktionen des Herzklappenschlusses zu verbessern und die Zirkulation wiederherzustellen. Groendahl hält die Kochsalzinfusionen für unschädlich und läßt es dahingestellt sein, ob sie nützlich sind. Bürger hält sie — wenigstens im Anfangsstadium der Fettembolie — geradezu für nachteilig, da erstens durch die Infusion größerer Mengen Kochsalzlösung die Gefahr des Lungenoedems noch vermehrt, zweitens die Stauung im rechten Herzen mit ihren oben beschriebenen Gefahren und die Begünstigung des Zustandekommens einer paradoxen Fettembolie noch erhöht und drittens Blut- und Lymphstrom und damit auch der Transport von Fett beschleunigt wird. Dagegen spricht er der Kochsalzinfusion einen günstigen Einfluß auf eventuelle toxische Erscheinungen im weiteren Verlaufe der Krankheit nicht ab. Wegen der Gefahr des Lungenoedems und der venösen Stauung in den Organen, speziell in Nieren und Gehirn, empfiehlt Bürger eine Ableitung auf den Darm durch Calomel. Stellt sich Lungenoedem ein, so ist die Anregung der Herzkraft wichtig. Wenn auch vielfach befürchtet wird, daß durch

die Darreichung von Excitantien die Gefahr, daß die Emboli aus den Lungen in die Organe des großen Kreislaufs getrieben werden, vergrößert wird, so ist diese nach den Untersuchungen Bürgers nur gering zu erachten. Er stellt den Durchtritt des Fettes in keine Beziehung zur Herzkraft, vielmehr allein zu der mehr oder minder starken Flüssigkeit des Fettes und zu der Beschaffenheit der Lungenkapillaren. Auch die Dyspnoe, die eine Erweiterung der Lungenkapillaren hervorruft, ist durch Inhalation von Sauerstoff zu bekämpfen.

Sprechen cerebrale Symptome, wie Nackensteifigkeit, zunehmende Benommenheit, Stauung in den Venen des Augenhintergrundes, Steigerung des Druckes bei der Lumbalpunktion für venöse Stauung resp. Hydrocephalus des Gehirns und der Meningen, so schlägt Bürger lokale Blutentziehung am Processus mastoideus durch Blutegel, Hyperaemisierung der Kopfhaut durch reizende Salben und auch Lumbalpunktion vor.

Von Czerny wurde seinerzeit auf Grund der Angaben C. O. Webers über die geringe Wirkung von Einspritzungen von Fettemulsionen der Gedanke angeregt, Natriumbicarbonatlösung ins Blut einzuspritzen, um auf diese Weise das Fett zu emulsionieren und unschädlich zu machen. Allein schon der Umstand, daß diese Emulsionen (1 Volumen auf 2 Volumina einer 2-prozentigen Lösung von kohlensaurem Natron), wenn sie in die Carotis eines Hundes in peripherer Richtung eingespritzt wurden, in geringen Mengen (1½ ccm) den Tod herbeiführten, stimmte die Hoffnung sehr herab. Czerny gibt an, daß es ihm in mehreren Versuchen niemals gelang, eine heftige Dyspnoe, die durch Fetteinspritzungen in die Drosselvene erzeugt war, durch eine nachherige Einspritzung von kohlensaurem Natron zu beseitigen, wenn es ihm auch mehrmals schien, als ob sie momentan verringert worden wäre.

Der Gedanke, der früher ebenfalls erwogen wurde,

durch Unterbindung der ableitenden Venen das Fortschreiten einer Fettembolie zu verhüten, ist aussichtslos; denn um diesen Zweck zu erreichen, müßte man sämtliche Venen einer verletzten Extremität unterbinden, was praktisch unausführbar ist. Außerdem bliebe dann immer noch der Lymphweg für das Fett bestehen.

Groendahl fand in 3 Kaninchenversuchen, daß eine Unterbindung der Vena femoralis und Exstirpation des lymphatischen Gewebes in der Leistengegend ein Auftreten von Fettembolie nach Knochenmarkverletzung nicht verhindern kann.

Wilms hat als therapeutischen Eingriff bei beginnender Fettembolie die Unterbindung des Ductus thoracicus angegeben und in einem Falle auch zur Ausführung gebracht. Es handelte sich um einen 20jährigen Mann, der aus dem zweiten Stockwerk gestürzt und einen Augenblick bewußtlos gewesen war. Außer Hautabschürfungen an der rechten Brustseite und am Kopf sowie einer Radiusfraktur waren keine Verletzungen festzustellen. Dagegen bestand Blutharnen und Bauchspannung. Das Sensorium war frei. Am anderen Morgen traten Schlafsüchtigkeit, Benommenheit, Beschleunigung der Atmung (140) und leichte Hustenanfälle auf.

Wilms nahm Fettembolie der Lungen und des Gehirns an und eröffnete den Brustmilchgang, der sich nach acht Tagen von selbst wieder schloß. Die Lymphe enthielt reichlich Lymphkörper und große Fetttropfen. Der Mann genas. Am Abend der Operation Temperatur 39,8, Puls 148, am anderen Morgen Besserung; abends Temp. 40,8, Puls 140, Atmung 44. Am zweiten Tage nach der Operation sanken Puls und Atmung und waren am 3. Tage wieder normal. Am Operationstage und in der folgenden Nacht wurden 2 Liter Lymphe entleert.

Wilms bezeichnet die Operation als unbedeutend. Der Gang derselben, die 5 Minuten dauerte und eventuell auch in Lokalanästhesie ausgeführt werden könnte, war folgender:

Freilegen der Gegend der Vena jugularis communis und der Vena subclavia. Nach Durchtrennung des M. sternocleidomastoideus sieht man bei nicht zu fetten Individuen den Zusammenfluß der Venen. Hierauf Freilegen des Ductus thoracicus und Einführen einer Kanüle in denselben. In dem beschriebenen Falle hat Wilms der Schnelligkeit halber den Ductus durchtrennt und die Lymphe nach außen geleitet. Am 4. Tage schon hörte der Lymphstrom spontan auf, ein Zeichen, daß die Gefahr einer langdauernden Chylorrhoe gering ist.

Wilms hält die Operation in Fällen, bei denen die Fettembolie sicher diagnostiziert und noch nicht stark vorgeschritten ist, für indiziert, gibt aber selbst zu, daß man in zweifelhaften Fällen oder gar prophylaktisch sich kaum zu diesem — wenn auch seinen Worten nach harmlosen — Eingriff entschließen würde.

Beitzke hält die Wilmssche Operation in Fällen, wo alarmierende Symptome auftreten, für gerechtfertigt, da auf dem Wege des Ductus thoracicus die Fettembolie so beschleunigt werden kann, daß Lebensgefahr auftritt.

Nach Fritzsches Untersuchungen würde die Operation besonders dann Aussicht auf Erfolg haben, wenn bei dem Unfall die Erschütterung des ganzen Skelettes ohne Blutaustritt im Vordergrund steht, also bei Straßenunfällen, Sturz aus der Höhe, Wegschleudern der Verletzten durch Explosionen usw. Derartige Fälle bietet ja der Krieg auch in Menge: Beiseiteschleudern durch Granaten, Verschüttung durch Minen, Sturz mit dem Pferde und dergleichen mehr. Im Stellungskrieg, wo hinter der kämpfenden Truppe fast friedensmäßige Verhältnisse geschaffen werden, mag die Operation wohl möglich sein, aber ob sie bei einem frischen Vormarsch zur Ausführung kommen kann, möchte ich aus technischen Gründen bezweifeln.

Fritzsche kam zu seiner Ansicht durch 25 Tierversuche, durch die er nachwies, daß bei blutigen Knochenverletzungen

das Fett in den Knochenvenen aufgenommen wird und auf diesem Wege zur Fettembolie führt, daß aber bei einfachen Erschütterungen des Knochensystems es vornehmlich, in reinen Fällen sogar ausschließlich der Lymphweg ist, welcher den Transport von Fett aus dem Knochenmark in den Kreislauf vermittelt. Als Grund hierfür gibt Fritzsche an, daß die feinen Lymphspalten im Knochenmark durch die Verletzung leicht zerstört oder durch das Haematom komprimiert werden. Daher hält er in solchen Fällen die Ausführung der Wilmsschen Operation gleich nach dem Auftreten deutlicher Symptome von Fettembolie für aussichtsreich; die Gefahr einer langdauernden Chylorrhoe sei durch spätere Ligatur des Ductus thoracicus zu verhüten und die große Zahl von Anastomosen des Brustmilchganges vor seiner Einmündung in das Venensystem ermögliche die rasche Ausbildung eines Collateralkreislaufes. Die Gefahr der Operation hält er an sich für gering. Nach Zusammenstellungen von Fällen, bei denen der Ductus thoracicus verletzt wurde — bei Drüsenoperationen usw. —, von Wendel, Unterberger, Reitz, Gobiet beträgt die Moralität 5,4 %, eine Zahl, die durch zweckmäßigere Behandlung sich noch herunterschrauben läßt.

Groendahl spricht sich anerkennend über die wissenschaftliche Exaktheit der Operation aus; er dehnt ihre Indikation auch auf die Fälle von venogener Fettembolie aus, um durch Ausschaltung des Fetttransportes auf dem Lymphwege, der nach einiger Zeit der überhaupt noch einzig mögliche ist, bei schon bestehender geringer Fettembolie der Lungen „das Faß vor dem Ueberlaufen“ zu schützen.

Bei der Narkose ist zu bedenken, daß Chloroform von Fettemboliekranken erfahrungsgemäß schlechter vertragen wird, sei es infolge direkter Schädigung und Ueberlastung des Herzmuskels, sei es infolge toxischer Einflüsse des verschleppten Fettes.

Mehr noch als therapeutisch kann auf dem Wege der

Prophylaxe der Fettembolie entgegengetreten werden. Wie oben geschildert, wird ihre Entstehung von allerlei Faktoren begünstigt. Kommt also ein Mann, der nach der Ausdehnung oder der Art seiner Verletzung im Verein vielleicht noch mit einem besonders dazu disponierenden Gesundheitszustand an die Möglichkeit dieser bösen Komplikation denken läßt, ist es zweckmäßig, allen Wundsekreten durch Gegeninzisionen und ausgiebige Drainage bis auf die Knochentrümmer freien Abfluß zu schaffen und das betreffende Glied ruhig zu stellen, was ja auch schon aus allgemeinen chirurgischen Rücksichten notwendig wäre. Sodann gehört der Mann für die nächsten Tage ruhig ins Bett; ein Transport ist auf jeden Fall zu vermeiden. Groendahl berichtet von Fällen von Oehlers, Necks, Joachims, Saundby, Barling, Brodbeck und von einem eigenen Falle, in denen durch einen Transport des Verletzten erst eine Fettembolie ausgelöst wurde.

Ein großes Kontingent für Fettembolie stellen ferner die orthopädischen Operationen infolge von beabsichtigten oder unfreiwilligen Infraktionen der brüchigen atrophischen und fettreichen Knochen bei gewaltsamer Streckung von Kontrakturen. Deshalb rät Eberth an Hand eines Falles, wo ein 19 jähriges Mädchen, bei dem infolge langen Krankenlagers sich eine Stauung der Lungen ausgebildet hatte, nach Brisement forcé von Kontrakturen an schwerster Fettembolie starb, bei Erkrankungen der Lunge und des Herzens und bei degenerativen Veränderungen der Knochen und Weichteile orthopädische Operationen sehr vorsichtig und möglichst zeitig vorzunehmen.

Frischmuth und Bergemann empfehlen auf Grund ihrer Versuche die in der Lexerschen Klinik angewandte Vorsichtsmaßregel, statt des Meißels bei Knochenoperationen möglichst nur die Säge zu benutzen, um Quetschung des Knochens zu vermeiden.

Reiner gab 1907 an, bei blutigen und unblutigen Ein-

griffen, besonders orthopädischen, den Esmarchschen Schlauch anzulegen und vor dem Lösen desselben eine Hohlnadel durch die Vena saphena in die Vena femoralis einzustechen, um so die ersten Blutwellen, welche Fetttropfen enthalten, aufzufangen. Er hat in 2 Fällen das Verfahren angewandt und konnte im ausgeflossenen Blute viel Fett nachweisen. v. Aberle und auch Groendahl riet an, den Schlauch stets langsam zu lösen, um eine plötzliche Ueberschwemmung des Kreislaufes mit Fett zu vermeiden.

Bürger empfiehlt 1915 bei Schwerverletzten, speziell älteren, durch Alkoholismus und überstandene Krankheiten geschädigten Leuten, besonders bei mehrfachen Frakturen oder auch bei einfachen Brüchen mit starken allgemeinen Erschütterungen, bei Ueberfahrenen, bei infolge Explosion oder durch Geschosse zur Seite Geschleuderten, bei Abgestürzten, bei sehr ausgedehnten Weichteilquetschungen, wie sie bei Ueberfahrenen und mit dem Pferde Gestürzten vorkommen, möglichst unmittelbar nach der Verletzung, genau wie bei Blutungen, die Esmarchsche Binde anzulegen oder selbst im gegebenen Falle — z. B. bei schwerem Beckenbruch — vorübergehend die Momburgsche Blutleere anzuwenden. Auf diese Weise wird durch Verschluß der Venen und möglichst auch der Lymphgefäße dem Fette der Weg verlegt, durch Abbinden der Arterien ein Steigen des Druckes in der Markhöhle und ein weiteres Austreten von Blut und Zerstörung von fetthaltigem Gewebe verhindert und endlich die Gerinnung des schon ergossenen Blutes beschleunigt, so daß das in das Gerinnsel eingeschlossene Fett nur ganz langsam in den Lymphstrom gelangen und nicht mehr schädlich werden kann. Vor Lösen des Schlauches empfiehlt Bürger den Aderlaß und eventuell Gelatineinjektion, gibt aber dem theoretischen Bedenken Ausdruck, daß dadurch die Thrombenbildung in den embolisierten Gefäßen begünstigt werden könne.

Da die Esmarchsche Blutleerebinde ja nur beschränkte

Zeit liegen darf, wenn sie nicht schädigend auf die Ernährung des Gewebes und auf die betroffenen Nerven wirken soll, habe ich einige Versuche an Kaninchen angestellt, um zu prüfen, ob diese Zeit der Blutleere genügt, um die gewünschten Erfolge zu zeitigen.

Ich lasse jetzt erst die Versuche der Reihe nach folgen; Versuch 1 und 6 habe ich den nicht veröffentlichten Arbeiten Bürgers mit dessen gütiger Erlaubnis entnommen; sie waren zu anderen Zwecken angestellt, lassen sich aber hier verwerten.

Versuch 1.

6. IV. 14. Kaninchen. Gewicht 2800 g.

12½ Uhr: Temp. 38,4, Atmung 106.

1½ Uhr: Narkose. Freilegung der Knochen aller vier Extremitäten in Ausdehnung von etwa 1 cm und Anbohren und Zerstören des Knochenmarkes. Naht.

2½ Uhr: Beendigung der Operation.

7. IV. 14. 1 Uhr: Tod durch Chloroform.

Sektionsbefund: Rechtes Herz und Hohlvenen prall gefüllt, in dem dunkelroten Blut ganz vereinzelt eben sichtbare Fettkügelchen.

Lungen: besonders Oberlappen emphysematös, überall lufthaltig; Schnittfläche gleichmäßig graurot.

Der Grad der Fettembolie in den Lungen war:

links	Oberlappen	Spitze: 0—1
		unt. Teil: 1
	Unterlappen	ob. Teil: 1
		unt. Teil: 1—2

	Oberlappen	Spitze: 1 unt. Teil: 1—2
rechts	Mittellappen	0—1
	Unterlappen	ob. Teil: 0—1 unt. Teil: 0—1

Im ganzen: Fettembolie 1. Grades.

Versuch 2.

4. XII. 15. Kaninchen. Gewicht 2780 g.

3 Uhr: Narkose und Anbohren des Knochenmarkes des Unterschenkels an Vorder- und Hinterläufen und Zerstören desselben mit einem Draht. Naht.

4 Uhr: Beendigung der Operation. Danach wird das Tier noch ½ Stunde in Narkose gehalten.

4 Uhr 30: Tod durch Chloroform.

Sektionsbefund: Rechtes Herz prall gefüllt, linkes Herz leer. Keine Eckchymosen.

Linke Lunge: hellrot, leichtes Randemphysem in allen Lappen. An der Lungenwurzel vereinzelte, stecknadelkopfgroße Blutaustritte.

Rechte Lunge: reichliches Randemphysem des Ober- und Mittellappens. Im Unterlappen zahlreiche stecknadelkopfgroße Blutaustritte.

Der Grad der Fettembolie in den Lungen war:

	Oberlappen	Spitze 1 unt. Teil: 2;
links		
	Unterlappen	ob. Teil: 2 unt. Teil: 1—2

	Oberlappen	Spitze: 1—2
		unt. Teil: 1—2
rechts	Mittellappen	ob. Teil: knapp 1
		unt. Teil: knapp 1
	Unterlappen	ob. Teil: 1
		unt. Teil: knapp 2

Im ganzen: Fettembolie 1.—2. Grades.

Versuch 3.

8. XII. 15. Kaninchen. Gewicht 2500 g.

2 Uhr: Temp. 38,2, Atmung 140.

2 Uhr 30: Narkose. Freilegen der Knochen und Anbohren des Knochenmarkes und Zerstören desselben mit Draht an allen 4 Unterschenkeln nach Anlegen der Blutleerebinde.

3 Uhr 30: Operation beendet. Temp. 37,4, Atmung 132. Das Tier wird noch ½ Stunde in Narkose gehalten, die Schläuche bleiben liegen.

4 Uhr: Tod durch Chloroform.

Sektionsbefund: Rechtes Herz mäßig gefüllt, linkes Herz leer. Keine Blutaustritte.

Linke Lunge: hellrosa, am Hilus vereinzelte Eckchymosen, im unteren Teil des Unterlappens ein fast bohnengroßer Komplex von stecknadelkopfgroßen, dicht bei einander liegenden Eckchymosen. Leichtes Randemphysem des Unterlappens.

Rechte Lunge: Blaßrosa, vereinzelte hirsekorngroße Blutungen im Unterlappen, die dort auf der flachen Seite zu einem fast bohnengroßen Komplex zusammenliegen. Geringes Randemphysem.

Der Grad der Fettembolie war:

links	Oberlappen	Spitze in ganz geringen Spuren unt. Teil desgl.
	Unterlappen	ob. Teil: 0 unt. Teil: 0
rechts	Oberlappen	Spitze: 0 unt. Teil: 0
	Mittellappen	ob. Teil: 0 unt. Teil: 0
	Unterlappen	ob. Teil: in ganz geringen Spuren unt. Teil: 0

Im ganzen nur geringe Spuren von Fettembolie.

Versuch 4.

31. XII. 15. Kaninchen. Gewicht 2400 g. Kleines, wenig fettreiches Tier.

2 Uhr: Temp. 38, Atmung 150.

2 Uhr 25: Beginn der Narkose.

2 Uhr 45: Anbohren und Zerstören des Knochenmarkes mit einem Draht an allen 4 Unterschenkeln.

3 Uhr 45: Beendigung der Operation. Temp. 37,5, Atmung 96. Die Narkose wird fortgesetzt.

4 Uhr 45: Beendigung der Narkose.

6 Uhr 30: Temp. 37,9, Atmung 96.

6 Uhr 45: Tod durch Chloroform.

Sektionsbefund: Rechtes Herz mäßig stark gefüllt, linkes Herz leer. Keine Eckchymosen.

Linke Lunge: hellrosa, der untere Teil des Unterlappens leicht schiefergrau verfärbt, lufthaltig. In beiden Lungenlappen vereinzelte hirsekorngroße Blutaustritte. Randemphysem.

Rechte Lunge: Im ganzen leicht schiefergrau verfärbt, lufthaltig. Im Unterlappen zahlreiche stecknadelkopfgroße, in den anderen Lappen nur vereinzelte hirsekorngroße Blutaustritte.

Der Grad der Fettembolie war:

links	Oberlappen	Spitze: 1
		unt. Teil: 1
	Unterlappen	ob. Teil in Spuren: —1
		unt. Teil: 1—2
rechts	Oberlappen	Spitze: in Spuren
		unt. Teil in Spuren —1

Mittellappen	ob. Teil unt. Teil	in Spuren —1

rechts

Unterlappen	ob. Teil: 1 unt. Teil: 1

Im ganzen: Fettembolie 1. Grades.

Außerdem mikroskopisch noch starke Blutungen.

Versuch 5.

22. XII. 15. Kaninchen. Gewicht 2450 g. Guter Ernährungszustand.

1 Uhr: Temp. 38,4, Atmung 112.

1 Uhr 50: Beginn der Narkose.

2 Uhr: Anbohren und Zerstören des Knochenmarkes an allen 4 Unterschenkeln nach jedesmaliger Anlegung des Esmarchschen Schlauches.

2 Uhr 45: Beendigung der Operation. Die Narkose wird fortgesetzt, die Schläuche bleiben liegen.

3 Uhr 15: Temp. 38,3, Atmung 160.

3 Uhr 45: Lösen der Schläuche. Beendigung der Narkose.

5 Uhr 40: Temp. 37,4, Atmung 56.

5 Uhr 45: Tod durch Chloroform.

Sektionsbefund: Rechtes Herz stark gefüllt. Sonst ohne Besonderheiten.

Linke Lunge: Im ganzen leicht schiefergrau verfärbt, vereinzelt Blutungen von Hirsekorngröße, besonders im Unterlappen.

Rechte Lunge: Unterlappen und unterste Partie der anderen Lappen leicht schiefergrau verfärbt, sonst hellrosa. Vereinzelte hirsekorngroße Ekchymosen, besonders im Unterlappen. Beide Lungen lufthaltig.

Der Grad der Fettembolie war:

links	Oberlappen	Spitze: 0 — in Spuren unt. Teil in Spuren
	Unterlappen	ob. Teil in Spuren unt. Teil: in Spuren
rechts	Oberlappen	Spitze: 0 — in Spuren unt. Teil: 0
	Mittellappen	ob. Teil: 0 — in Spuren unt. Teil: 0 — in Spuren
	Unterlappen	ob. Teil: in Spuren unt. Teil: in Spuren

Im ganzen: nur Fett in Spuren.

Versuch 6.

10. IV. 14. Kaninchen. Gewicht 2150 g.

10 Uhr: Temp. 38,9, Atmung 70.

11 1/4 Uhr: In Narkose Blutleere des rechten Hinterbeines mit dem Esmarchschen Schlauch. Anbohren des Schienbeines rechts hinten und Zerstören des Knochenmarkes mit Draht.

11 1/2 Uhr: Beendigung der Operation. Das Tier bleibt aufgespannt und abgebunden liegen.

12 1/2 Uhr: Lösen der Binde und der Aufspannung.

1 1/2 Uhr: Tod durch Chloroform.

Sektionsbefund: Rechtes Herz prall gefüllt, besonders auch der rechte Vorhof und die Hohlvenen.

Lungen: Unterlappen etwas dunkler rot als Oberlappen. Keine Blutaustritte. Ziemlich starkes Emphysem.

Der Grad der Fettembolie war:

links	Oberlappen	Spitze: in Spuren
		unt. Teil 0—1
	Unterlappen	ob. Teil 0—1
		unt. Teil: in Spuren
rechts	Oberlappen	Spitze: in Spuren
		unt. Teil: in Spuren
	Mittellappen	ob. Teil: in Spuren
		unt. Teil: in Spuren
	Unterlappen	ob. Teil: 0—1
		unt. Teil: 0—1

Im ganzen: Fett nur in Spuren.

Bei der Beurteilung der Stärke der Fettembolie in den Lungen wurde folgende Einteilung gemacht: 0, in (ganz geringen) Spuren, 1., 2., 3., 4., 5. Grades. Daß bei Unterlassung von prophylaktischen Maßnahmen keine höheren Grade von Fettembolie durch die Operation zu erreichen waren, liegt daran, daß die Kaninchen mit ihrem geringen Fettreichtum nur wenig für Embolie disponiert sind.

Die mikroskopischen Untersuchungen habe ich in der Weise angestellt, daß ich von jedem Lungenlappen je aus dem oberen und unteren Teil 3 Schnitte in verschiedenen Ebenen mit dem Gefriermikrotom angefertigt und dann mit Sudan gefärbt habe. Der dabei verwandte Alkohol war 50 prozentig.

Aus Versuch 2 und 3 erhellt zuerst, daß durch den Esmarchschen Schlauch der Fettembolie überhaupt entgegengewirkt werden kann und daß es möglich ist, durch ihn nicht nur die Blut-, sondern auch die Lymphgefäße beinahe oder praktisch völlig abzubinden. Versuch 1 bildet hierzu noch einen Kontrollversuch mit längerer Zeitdauer.

Da der Esmarchsche Schlauch ohne Schaden zu verursachen nur beschränkte Zeit liegen bleiben kann, war es fraglich, ob diese Spanne Zeit genügen würde zur Herbeiführung des gewünschten Erfolges, nämlich der Gewinnung des freiergossenen Blutes, des Verschlusses der eröffneten Gefäße und der Ausgleichung des vorher steigenden Druckes in der Markhöhle. In den Versuchen 5 und 6 blieb der Schlauch noch 1 Stunde nach der Operation liegen, eine Zeit, die auch beim Menschen als unschädlich angesehen werden kann. Nach dem Lösen des Schlauches blieb das Tier noch in Versuch 5 zwei und in Versuch 6 eine Stunde am Leben. Nach den Feststellungen von Busch vollzieht sich der hauptsächliche Fetttransport im Laufe der ersten drei Stunden nach dem Unfall, eine Zeitdauer, die mit der in Versuch 5 angewandten übereinstimmt. In beiden Versuchen (5 und 6) findet sich nur spurenweise Fett in den Lungen, das zum Teil auch schon auf dem Lyphwege aus den Gerinnseln im Knochenmark nach Lösen des Schlauches dorthin gelangt ist, während sich in dem Kontrollversuch 4 eine Fettembolie 1. Grades findet.

Demnach ist es wohl zu empfehlen, in oben geschilderten geeigneten Fällen den Esmarchschen Schlauch mög-

lichst sofort nach dem Unfall für eine Stunde anzulegen. Beim Menschen liegen die Verhältnisse gewissermaßen ja noch günstiger als im Tierversuch, da der Mensch nach seiner Verletzung sich meist selbst ruhig hält oder gar im Bette liegt, während das Kaninchen nach der Narkose oft unruhig ist und allerlei Bewegungen mit den kranken Gliedmaßen ausführt.

Namentlich ist dieses Verfahren zur Prophylaxe der Fettembolie fürs Feld geeignet. Wenn man den Sanitätsmannschaften einprägt, bei jeder entsprechenden Verletzung, über die sie eingehend instruiert werden müßten, ebenso wie bei Blutung die Extremität abzubinden, könnte man vielleicht viel Erfolge zeitigen. Ferner ist ein sofortiger Transport der Verwundeten vom Truppenverbandplatz zum Hauptverbandplatz oder zum Feldlazarett meist nicht zu umgehen. Daß ein solcher Transport womöglich auf ausgefahrenen holperigen Wegen erst eine Fettembolie auslösen kann, ist oben beschrieben. Deshalb kann in der Zeit, bis die Wagen der Sanitätskompagnie zur Abholung der Verwundeten kommen, bei derartigen Verletzten eine Stunde lang der Esmarchsche Schlauch angelegt werden. Durch die hierdurch in der Wundhöhle geschaffenen Verhältnisse wird die Gefahr des Transportes für den Mann erheblich vermindert werden.

Das Ergebnis der Arbeit kann man nach den angestellten Versuchen dahin zusammenfassen, daß die Anwendung der Esmarchschen Blutleere ein gutes prophylaktisches Mittel im Kampfe gegen die Fettembolie bildet.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Straßmann und seinem I. Assistenten Herrn Dr. Bürger für die Ueberweisung der Arbeit und die freundliche Unterstützung, die ich im Institut dabei fand, meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Literatur.

v. Aberle: Ueber Fettembolie nach orthopädischen Operationen. Deutsche Gesellschaft für orthopädische Chirurgie 1907.

Beitzke: Sur l'embolie graisseuse. Rev. méd. de la Suisse. 1912.

Berg: Ueber Fettembolie nach Knochenbrüchen. Inaug.-Dissert. Berlin 1915.

Bergemann: Die traumatische Entstehung der Fettembolie. Berlin. klin. Wochenschrift 1910.

Bürger: Die Fettembolie und ihre Bedeutung als Todes- und Krankheitsursache. Vierteljahrsschrift f. gerichtl. Med. u. öffentl. Sanitätsw. XXXIX. Suppl. Heft.

— Nierenkrankheiten und Fettembolie. Diskussionsbemerkung in der Forensisch-Medizinischen Vereinigung zu Berlin am 19. März 1915.

— Die Bedeutung der Fettembolie für den Kriegschirurgen. Medizin. Klinik 1915, Nr. 36.

Busch: Ueber Fettembolie. Virchows Archiv 35.

Czerny: Ueber die klin. Bedeutung der Fettembolie. Berl. klin. Wochenschr. 1875.

Eberth: Zur Kenntnis der Fettembolie. Fortschritte der Medizin 1898.

Fritzsche: Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Fettembolie mit spezieller Berücksichtigung prophylaktischer und therapeutischer Vorschläge. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie 1910, Bd. 107, 4.—6. Heft.

Fromberg: Die Fettembolie des großen Kreislaufes und ihre Ursachen. Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie 1913.

Fuchsig: Ueber traumatische Lipaemie. Zeitschr. f. Heilkunde 1902.

Groendahl: Ueber Fettembolie. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie, Bd. 111.

Haemig: Ueber Fettembolie des Gehirns. Beiträge zur klin. Chir., Bd. 27.

v. Lesser: Maßnahmen bei Luft- und Fettembolie. Zentralbl. f. Chirurgie, 1910, Nr. 9.

Lexer: Allgemeine Chirurgie.

Mech: Tödliche Fettembolie nach Frakturen. Beiträge zur klinischen Chirurg., Bd. 8.

Payr: Ueber tödliche Fettembolie nach Streckung von Kontrakturen. Münch. med. Wochenschr. 1898.

Pinner: Ein Beitrag zur Lehre der Fettembolie. Berlin. klin. Wochenschr. 1883.

Reiner: Experimentelles zur Frage der Fettembolie. Münch. med. Wochenschr. 1907.

Ribbert: Ueber Fettembolie. Korrespondenzblatt f. Schweizer Aerzte 1894.

— Zur Fettembolie. Deutsche med. Wochenschr. 1900.

Riedel: Zur Fettembolie. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie 1877. Bd. 8.

Schanz: Zur Behandlung der Krampfanfälle nach orthopädischen Operationen. Zentralbl. f. Chir. 1910, Nr. 2.

Scriba: Untersuchungen über die Fettembolie. Deutsche Zeitschr. f. Chir. 1880, Bd. 12.

Wilms: Traitement de l'embolie graisseuse par le drainage temporaire du canal thoracique. La semaine médicale 1910.

Lebenslauf.

Ich, Walter Steffens, wurde am 2. November 1889 in Magdeburg geboren. Nach meinem vollendeten ersten Lebensjahr siedelten meine Eltern mit mir nach Berlin über, wo ich von Ostern 1896 bis Ostern 1899 die Vorschule des Königl. Luisen-Gymnasiums und von Ostern 1899 an das Königl. Luisen-Gymnasium selbst besuchte. Dort erhielt ich Ostern 1908 das Zeugnis der Reife und wurde dann bei der Kaiser-Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen zu Berlin immatrikuliert. Im Sommer-Semester 1910 bestand ich die ärztliche Vorprüfung. Im Frühjahr 1913 wurde ich zum Unterarzt ernannt und bestand am 3. August 1914 das Staatsexamen. Am 18. August 1914 wurde ich im Felde zum Assistenzarzt befördert.